

IN THE U.S. PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Takeshi MATSUOKA et al. Conf.:  
Appl. No.: New Group:  
Filed: October 31, 2003 Examiner:  
For: METHOD OF OBSERVING SEA ICE

L E T T E R

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

October 31, 2003

Sir:

Under the provisions of 35 U.S.C. § 119 and 37 C.F.R. § 1.55(a), the applicant(s) hereby claim(s) the right of priority based on the following application(s):

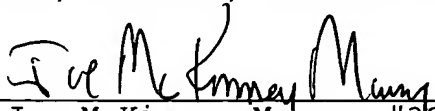
<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Filed</u>
JAPAN	2001-342437	November 7, 2001

A certified copy of the above-noted application(s) is(are) attached hereto.

If necessary, the Commissioner is hereby authorized in this, concurrent, and future replies, to charge payment or credit any overpayment to Deposit Account No. 02-2448 for any additional fee required under 37 C.F.R. §§ 1.16 or 1.17; particularly, extension of time fees.

Respectfully submitted,

BIRCH, STEWART, KOLASCH & BIRCH, LLP

By   
Joe McKinney Muncy, #32,334

KM/rem  
4035-0161P

P.O. Box 747  
Falls Church, VA 22040-0747  
(703) 205-8000

Attachment(s)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

10KUYU OIKAWA, et al  
October 31, 2003  
BSKB, LLP  
(703) 205-8000  
403S-0161P  
1041

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年11月 7日

出願番号

Application Number:

特願2001-342437

[ST.10/C]:

[JP2001-342437]

出願人

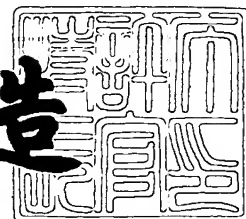
Applicant(s):

独立行政法人通信総合研究所  
宇宙開発事業団  
科学技術振興事業団

2002年 3月 8日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3014963

【書類名】 特許願

【整理番号】 CRL-01-AT

【提出日】 平成13年11月 7日

【特記事項】 特許法第 3 0 条第 1 項の規定の適用を受けようとする特  
許出願

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G01B 21/02  
G01F 22/00  
G01S 13/95

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信  
総合研究所内

【氏名】 松岡 建志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信  
総合研究所内

【氏名】 浦塚 清峰

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信  
総合研究所内

【氏名】 佐竹 誠

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信  
総合研究所内

【氏名】 小林 達治

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1 独立行政法人通信  
総合研究所内

【氏名】 灘井 章嗣

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人通信  
総合研究所内

【氏名】 梅原 俊彦

【発明者】

【住所又は居所】 東京都小金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人通信  
総合研究所内

【氏名】 前野 英生

【発明者】

【住所又は居所】 東京都中央区晴海1丁目8番10号 宇宙開発事業団内

【氏名】 若林 裕之

【発明者】

【住所又は居所】 北海道札幌市北区北十九西八 北海道大学低温科学研究  
所内

【氏名】 深町 康

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33 千葉大学環境リモ  
ートセンシング研究センター内

【氏名】 西尾 文彦

【特許出願人】

【持分】 001/003

【識別番号】 301022471

【氏名又は名称】 独立行政法人通信総合研究所

【特許出願人】

【持分】 001/003

【識別番号】 000119933

【氏名又は名称】 宇宙開発事業団

【特許出願人】

【持分】 001/003

【識別番号】 396020800  
【氏名又は名称】 科学技術振興事業団  
【代理人】  
【識別番号】 100090893  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 渡邊 敏  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 014292  
【納付金額】 14,000円  
【その他】 国以外の全ての者の持分の割合 0 0 2 / 0 0 3  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 海氷の観測方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

海中係留型の氷厚測定ソナーと流速計を用いた海氷の氷厚・漂流速度観測と、  
高分解能航空機 S A R による海氷観測とを同期して行ない、

ソナー上を通過した海氷の喫水値プロファイルと、S A R 後方散乱係数プロフ  
ファイルとの関係を求め、

その関係式と S A R 後方散乱係数とから、所望の海氷の喫水値を求める  
ことを特徴とする海氷の観測方法。

【請求項 2】

S A R 後方散乱係数として、L バンド H V 偏波の後方散乱係数を用いる  
請求項 1 に記載の海氷の観測方法。

【請求項 3】

約 1 0 c m 以下の薄氷の探知に、

S A R 後方散乱係数として、X バンド V V 偏波の後方散乱係数を用いる  
請求項 1 に記載の海氷の観測方法。

【請求項 4】

X バンド V V 偏波の後方散乱係数と X バンド H H 偏波の後方散乱係数との比を  
用いる

請求項 3 に記載の海氷の観測方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、合成開口レーダ（S A R）を使って、海氷の厚さなどの海氷観測を  
行う方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

オホーツク海など、季節海氷域のある所は少なくない。季節海氷域の広がり

海氷の体積は、大気と海洋間のエネルギー交換に大きな影響を与える。そのため、季節海氷域の検知は、気象観測に重要な要素である。

特に 3 0 c m 以下の薄氷は、海面の熱・塩分・水蒸気フラックスを支配する重要な役割をもつ。このため、リモートセンシングにより薄氷を検知し氷種分類を行うことは極めて重要である。

#### 【 0 0 0 3 】

現在まで、マイクロ波放射計や合成開口レーダを使って、海氷の厚さ分布や氷種分類の研究が多数行われている。

しかし、これらのデータを実際の氷厚観測値と突き合わせて論じたものは、極域での潜水艦搭載型ソナーによる氷厚観測との比較以外殆どなされていない。

特にオホーツク海では、氷厚実測値が乏しく、マイクロ波センサ／レーダとの比較が殆ど行われていなかった。

#### 【 0 0 0 4 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明は、合成開口レーダによるデータから、所望の海氷の喫水値を求める海氷観測方法を提供することを課題とする。

#### 【 0 0 0 5 】

##### 【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明の海氷の観測方法は、次の構成を備える。

すなわち、海中係留型の氷厚測定ソナーと流速計を用いた海氷の氷厚・漂流速度観測と、高分解能航空機 S A R による海氷観測とを同期して行ない、ソナー上を通過した海氷の喫水値プロファイルと、S A R 後方散乱係数プロファイルとの関係を求める。そして、その関係式と S A R 後方散乱係数とから、所望の海氷の喫水値を求めることを特徴とする。

#### 【 0 0 0 6 】

ここで、S A R 後方散乱係数として、L バンド H V 偏波の後方散乱係数を用いてもよい。

#### 【 0 0 0 7 】

約 1 0 c m 以下の薄氷の探知には、S A R 後方散乱係数として X バンド V V 偏

波の後方散乱係数を用いるのが好適である。

または、XバンドVV偏波の後方散乱係数とXバンドHH偏波の後方散乱係数との比を用いてもよい。

【0008】

【発明の実施の形態】

以下、図面を基に本発明の実施形態を説明する。

なお、ここでは、北海道オホーツク海沿岸で行った観測事例から、ソナーによる氷厚の実測値とSARによるデータとの一関係式を求めているが、本発明の方法は、他の地域における任意の海氷観測に適用可能である。

【0009】

本発明者は、海中係留型の氷厚測定ソナー（IPS; Ice Profiling Sonar）と、流速計（ADCP; Acoustic Doppler Current Profiler）を用いて、氷厚・漂流速度観測を行った。このIPS/ADCP海氷観測と同期して、高分解能航空機SAR（Pi-SAR）による海氷観測を行った。以下に、IPS上を通過した海氷の氷厚実測値である海氷の喫水値（ice draft）プロファイルと、SAR後方散乱係数プロファイルとの関係について述べる。

【0010】

SAR観測は、約20時間間隔で2回、オホーツク海沿岸で行った。

2回の観測の間、平均風速は3.5m/s、気温は-12~0℃と天候は比較的穏やかで、海氷は主に東南東~東方向に移動した。

観測範囲は、図1の地図に示す通りであり、2回のSAR観測で得られた海氷のLバンド、Xバンドの偏波合成図は、図2に示す通りである（HH偏波を赤、VV偏波を緑、HV偏波を青）。図中、上段左右の2図は、同一地点のそれぞれXバンド偏波図、及び、Lバンド偏波図であり、下段左右の2図は、別の同一地点のそれぞれXバンド偏波図、及び、Lバンド偏波図である。Lバンド偏波図に記入された線は、ADCPから得られたIPS上を通過した海氷の軌跡であり、上段のLバンド偏波図における線分の右上端点、及び、下段のLバンド偏波図における線分の左下端点が、係留IPSの位置である。

海水の移動距離は約 7. 6 k m、平均速度は 1 0 c m / s であった。

【 0 0 1 1 】

図 3 (イ) は、海氷の軌跡に沿った喫水値プロファイルである。

平均喫水値は 0. 4 9 m、最大値は 4. 7 7 m であった。

図 3 (ロ) は、0. 5 m 間隔の 5 点で求めた喫水値の標準偏差プロファイルである。

図示の通り、喫水値プロファイルそのものと良く一致している。

喫水値・標準偏差値ともに大きい (約 1 m 以上) 部分は、氷縁に多く存在することがわかった。このことから、約 1 m 以上の非常に厚い氷は、氷縁同士の衝突による重なり合い ( r a f t i n g ) や隆起 ( r i d g i n g ) によって形成されていることが推測される。

【 0 0 1 2 】

図 3 (ハ) (ニ) (ホ) (ヘ) (ト) (チ) はそれぞれ、L バンド H H 偏波、L バンド V V 偏波、L バンド H V 偏波、X バンド H H 偏波、X バンド V V 偏波、X バンド H V 偏波の後方散乱係数プロファイル (真数) である。

喫水値プロファイルに対して、L バンド H V 偏波の後方散乱係数プロファイルが、他のバンド・偏波のなかで最も相関が良く、相関係数は 0. 6 4 であった。

クロス偏波 (H V) の後方散乱は、主に多重散乱と体積散乱に起因するので、直接氷厚とは関係ないが、氷縁の衝突によって形成される表面の凸凹が、大きな後方散乱を引き起こすと考えられる。

【 0 0 1 3 】

図 3 (ト) から、X バンド V V 偏波の後方散乱係数プロファイルは、喫水値プロファイルと殆ど関係ないことがわかる。しかし、非常に薄い氷 (約 1 0 c m 以下) で、極めて大きな後方散乱が得られる特徴がある (例えば、2 5 0 0 m 地点や 4 2 0 0 m 地点)。

【 0 0 1 4 】

図 4 及び 5 は、それぞれ、喫水値 ( l o g ) と L バンド H V 偏波、X バンド V V 偏波の後方散乱係数 ( d B ) の関係を示すグラフである。

図 4 から回帰直線を求めると、

$$\sigma = 7.3 \log(d) - 28.4 \text{ dB}$$

(ただし、 $d$  = 喫水値)

となる。

回帰直線からの後方散乱係数のずれは、主に I P S と S A R の観測位置のわずかな違いによって生じていると考えられる。

#### 【0015】

上記式より、図2の下段右に示したLバンドHH偏波図のSAR画像の後方散乱係数値を、喫水値に変換した画像を図6に示す。

この図からも、氷縁部で氷厚が大きいことが確認できる。氷厚1m以上の部分の面積は15%程度であるが、氷の体積では1/3以上に相当する。

#### 【0016】

一方、図5より、薄氷でXバンドVV偏波の後方散乱係数が増大し、偏波比(VV/HH)が大きくなる特徴がわかった。このことから、XバンドHH、VV偏波を用いてSAR画像の氷種分類を行った。分類はWMOの定義に基づき、開水面(Open water)、薄氷(氷厚15cm以下のNilasとGray ice)、厚氷(氷厚15cm以上のGray-white iceと一年氷(First year ice))の3段階で行った。

図7は、その分類結果を示す図であり、図8は、開水面、薄氷、厚氷の分類方法を示すフローチャートである。

これから、薄氷が8%程度存在し、一年氷の氷縁と開水面の間に張り出している様子が確認できた。

#### 【0017】

##### 【発明の効果】

本発明の海水の観測方法は、上述の構成を備えることによって、次の効果を奏する。

すなわち、請求項1に記載の海水観測方法によると、係留型の氷厚測定ソナーと流速計を用いた海水の氷厚・漂流速度観測と、SARによる海水観測とを同期して行なうので、ソナーによる氷厚の実測値と、SARによるデータとの照合を行なえ、ソナー上を通過した海水の喫水値プロファイルと、SAR後方散乱係数

プロファイルとの関係を求められる。そして、その関係式と S A R 後方散乱係数を用いれば、所望の海水の喫水値を求めることができる。

【 0 0 1 8 】

請求項 2 に記載の海水観測方法によると、S A R 後方散乱係数として相関の高い L バンド H V 偏波の後方散乱係数を利用するので、簡易に精度の高い海水観測が行える。

【 0 0 1 9 】

請求項 3 に記載の海水観測方法によると、S A R 後方散乱係数として、薄氷で極めて大きな後方散乱が得られる X バンド V V 偏波の後方散乱係数を利用するので、約 1 0 c m 以下の薄氷の探知に有効である。

【 0 0 2 0 】

請求項 4 に記載の海水観測方法によると、X バンド V V 偏波の後方散乱係数は喫水値殆ど関係ないので、X バンド V V 偏波の後方散乱係数と X バンド H H 偏波の後方散乱係数との比を利用して、約 1 0 c m 以下の薄氷を探知できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

観測範囲を示す地図

【図 2】

2 回の S A R 観測で得られた海水の L バンド、X バンド偏波合成図

【図 3】

- (イ) 海水の軌跡に沿った喫水値プロファイル
- (ロ) その喫水値の標準偏差プロファイル
- (ハ) L バンド H H 偏波の後方散乱係数プロファイル
- (ニ) L バンド V V 偏波の後方散乱係数プロファイル
- (ホ) L バンド H V 偏波の後方散乱係数プロファイル
- (ヘ) X バンド H H 偏波の後方散乱係数プロファイル
- (ト) X バンド V V 偏波の後方散乱係数プロファイル
- (チ) X バンド H V 偏波の後方散乱係数プロファイル

【図 4】

喫水値と L バンド H V 偏波の後方散乱係数の関係を示すグラフ

【図 5】

喫水値と X バンド V V 偏波の後方散乱係数の関係を示すグラフ

【図 6】

L バンド H H 偏波図の S A R 画像の後方散乱係数値を、喫水値に変換した画像  
を示す図

【図 7】

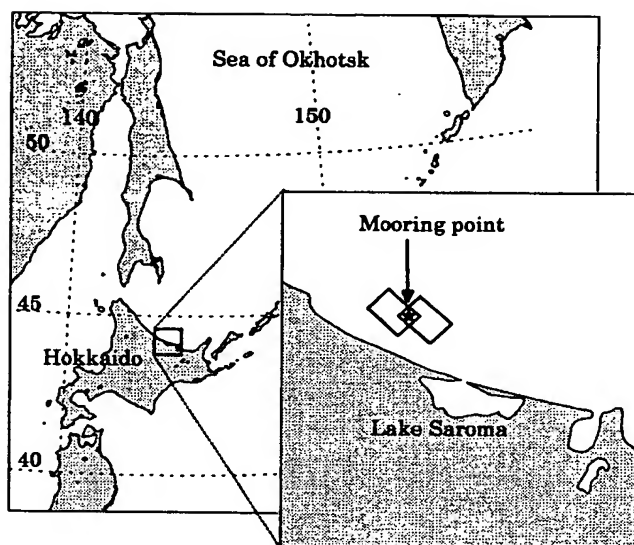
開水面、薄氷、厚氷の 3 段階で行った海水の分類結果を示す図

【図 8】

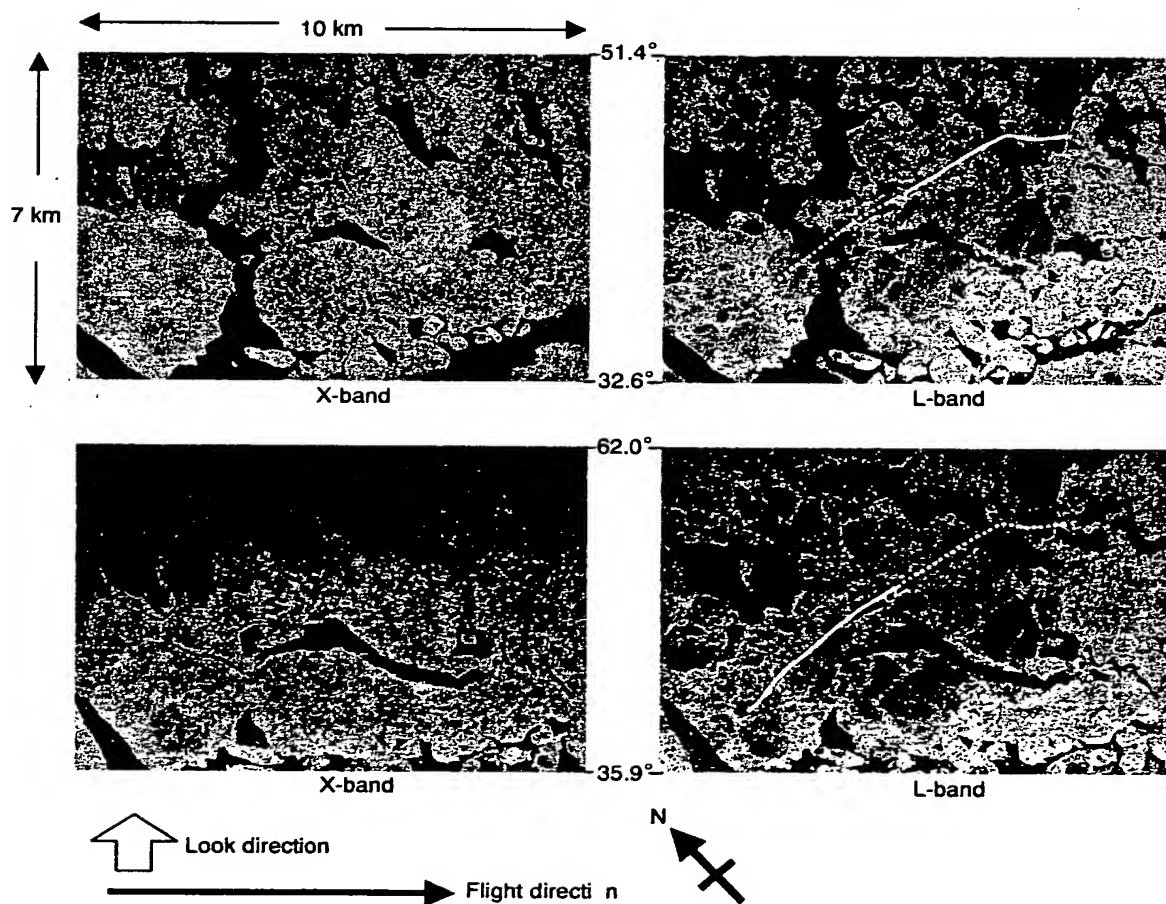
開水面、薄氷、厚氷の分類方法を示すフローチャート

【書類名】 図面

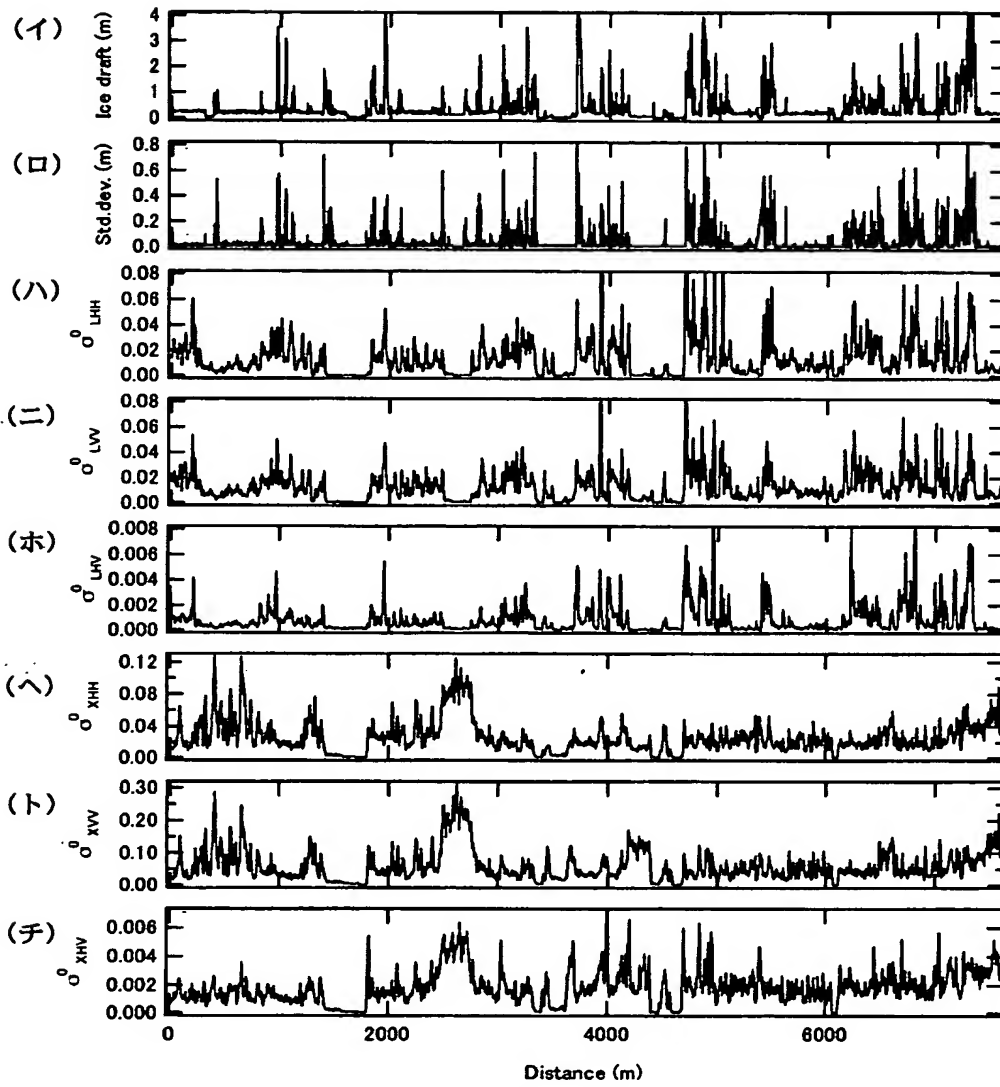
【図 1】



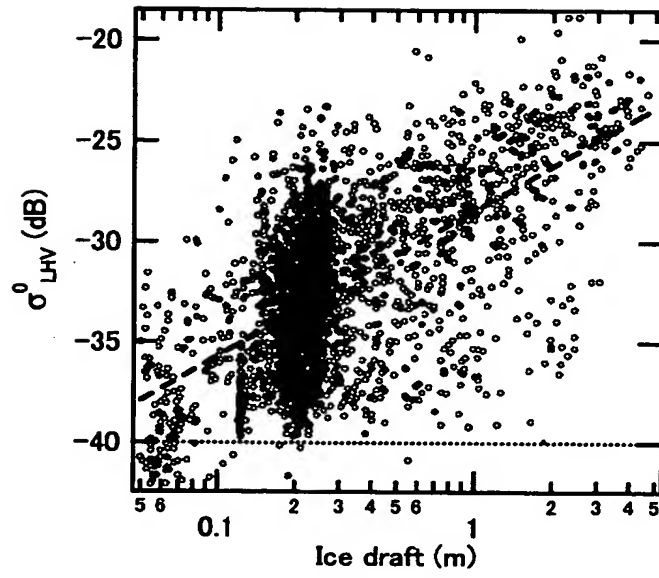
【図 2】



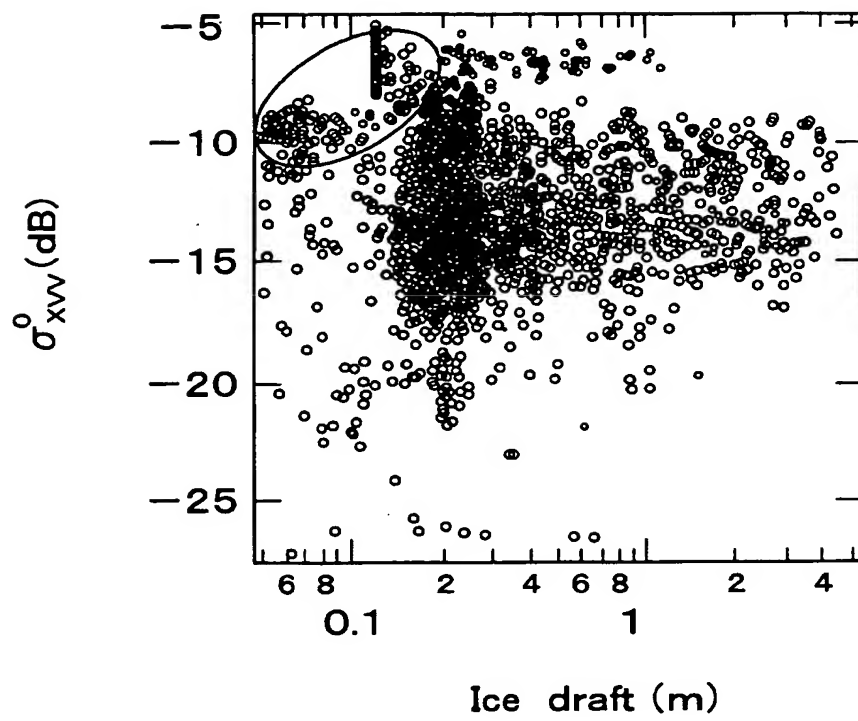
【図 3】



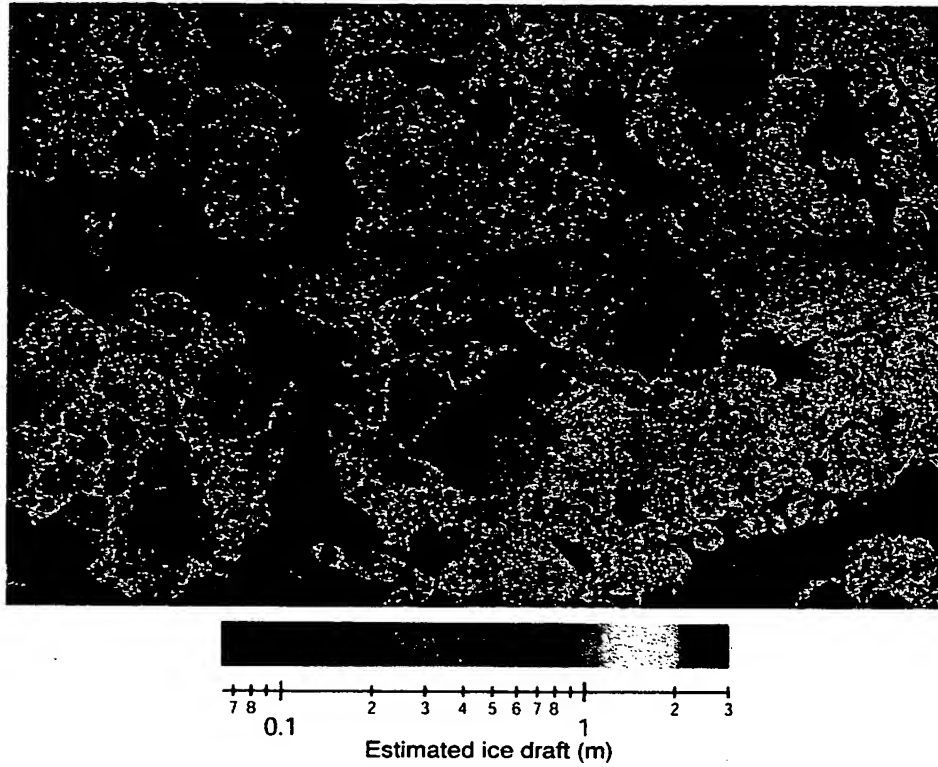
【図 4】



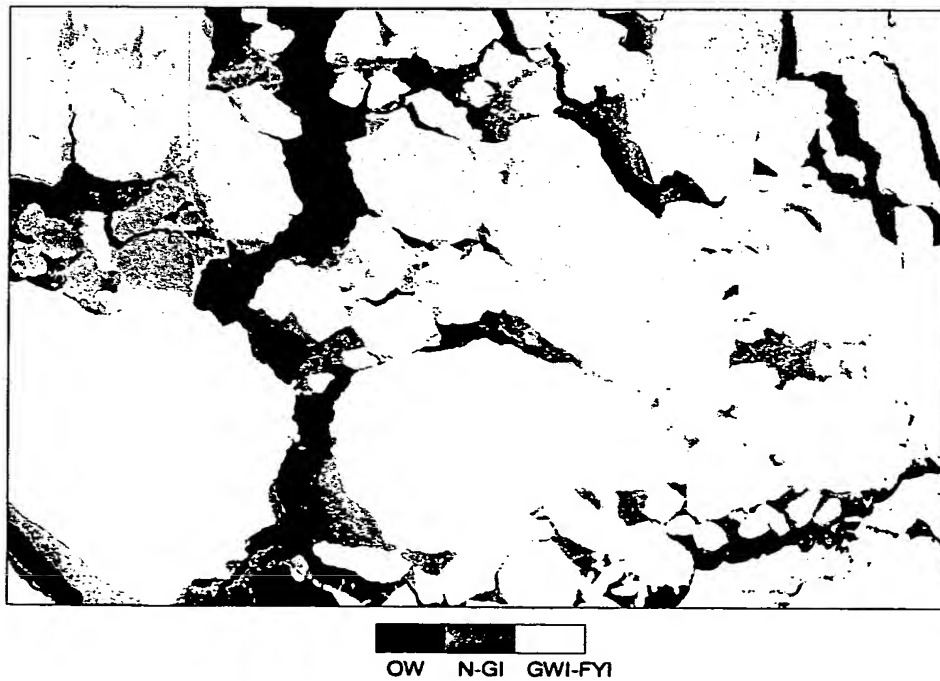
【図 5】



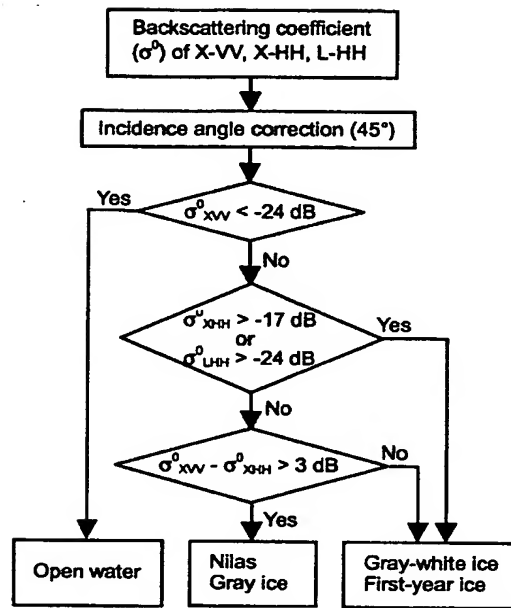
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 合成開口レーダによるデータから、所望の海氷の喫水値を求める海氷観測方法を提供すること。

【解決手段】 海中係留型の氷厚測定ソナーと流速計を用いた海氷の氷厚・漂流速度観測と、高分解能航空機SARによる海氷観測とを同期して行ない、ソナー上を通過した海氷の喫水値プロファイルと、SAR後方散乱係数プロファイルとの関係を求め、その関係式とSAR後方散乱係数とから、所望の海氷の喫水値を求める。SAR後方散乱係数として、LバンドHV偏波の後方散乱係数を用いてもよい。約10cm以下の薄氷の探知には、SAR後方散乱係数としてXバンドVV偏波の後方散乱係数を用いるのが好適である。

【選択図】 図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 0 1 0 2 2 4 7 1 ]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 4 月 2 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都小金井市貫井北町 4 - 2 - 1
氏 名	独立行政法人通信総合研究所

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000119933]

1. 変更年月日	1990年 8月30日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区浜松町2丁目4番1号
氏 名	宇宙開発事業団

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 3 9 6 0 2 0 8 0 0 ]

1. 変更年月日	1 9 9 8 年 2 月 2 4 日
[変更理由]	名称変更
住 所	埼玉県川口市本町4丁目1番8号
氏 名	科学技術振興事業団